

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТООБУСЛОВЛЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.В. Коляда, В.Ф. Логинов

*Государственное научное учреждение «Институт природопользования
Национальной академии наук Беларуси», г.Минск, valery_v_kalyada@tut.by, nature@ecology.basnet.by*

Для полноценного питания более чем 9 миллиардного населения Земли к 2050 г. согласно прогнозам ФАО требуется увеличение производства продовольствия на 60% (Alexandratos, 2012). Его объемы определяются размерами используемых земель и уровнем их продуктивности. В настоящее время экспансия сельскохозяйственных угодий достигла максимальных исторических масштабов, превратив сельское хозяйство в глобальный фактор деградации природных ресурсов и дестабилизации окружающей среды, поэтому глобальное увеличение производства продовольствия может быть обеспечено главным образом за счет роста урожайности. Особенно значительный интерес проявляется к анализу тенденций динамики урожайности продовольственных культур, прежде всего пшеницы, риса и кукурузы на национальном и региональном уровнях. Его результаты свидетельствуют о стагнации роста и даже снижении урожайности в отдельных странах и регионах мира, вызванные дости-

жением сортами потолка своей продуктивности, неблагоприятными изменениями климата, введением ограничительных экологических мер, кризисными явлениями.

В этой связи широкое распространение получил анализ различий оценок потенциальных и фактических урожаев (yield gap analysis). Данная методология базируется на использовании эмпирико-статистических подходов и методов моделирования для расчета потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур на различном территориальном уровне как основы для определения резервов увеличения урожайности (Yield gap..., 2013).

В данной работе с этой целью были проанализированы существующие для Беларуси оценки биоклиматического потенциала (БКП) Д.И. Шашко и О.Д. Сиротенко, а также других релевантных показателей применяемых в других европейских странах.

В основе метода Д. И. Шашко – физико-статистическая модель, позволяющая оценить БКП крупной территории лишь по суммам температур выше 10 °С и степени увлажнения, например ГТК. В сравнениях используется индекс B_k – отношение текущего к среднему значению БКП для территории СССР, принятому за 100 баллов (Коляда, 2013). Расчеты по модели и данным справочников дают для Беларуси средние оценки B_k на уровне 121–124 (Коляда, 2014).

Оценка БКП по методу О.Д. Сиротенко базируется на моделировании основных процессов в агроэкосистеме с использованием имитационной системы «Климат–Почва–Урожай» (Климатический справочник, 2009). БКП представляет собой величину надземной биомассы в сухом веществе на 1 га. В сравнениях используется, прежде всего, радиационно-термический потенциал (РТП) и гидротермический потенциал (ГТП). РТП – фундаментальная характеристика почвенно-климатических ресурсов, не поддающаяся регулированию в условиях открытого грунта, величина которой ограничена лишь приходом ФАР и термическим режимом. Величина ГТП дополнительно лимитируется условиями влагообеспеченности. Режим минерального питания растений в обоих показателях принимался на оптимальном уровне.

Корреляционный анализ показал тесную связь РТП и B_k . На постсоветском пространстве по средней величине РТП (15 т/га) Беларусь уступает Молдове и Украине. Она находится на уровне большинства государств Центральной и Западной Европы, заметно превосходя лишь страны Северной Европы и уступая Венгрии, Румынии, Болгарии, Югославии и особенно странам Средиземноморья. В то же время по средней величине ГТП (14,9 т/га) Беларусь превосходит все постсоветские страны и экономические районы России, находится на уровне большинства стран ЕС, существенно уступая лишь Франции. Это обусловлено благоприятным режимом естественного увлажнения ее территории, обеспечивающим предельные (на данном уровне РТП) значения ГТП. В южных странах с более высокими величинами РТП, дефицит естественной влаги значительно понижает величину ГТП, например, в Украине с 17 до 12,6 т/га (Коляда, 2014).

Оценка эффективности использования агроклиматических ресурсов в производстве была получена путем сопоставления величин ГТП с уровнем урожайности зерновых и зернобобовых культур для стран (рисунок 1).

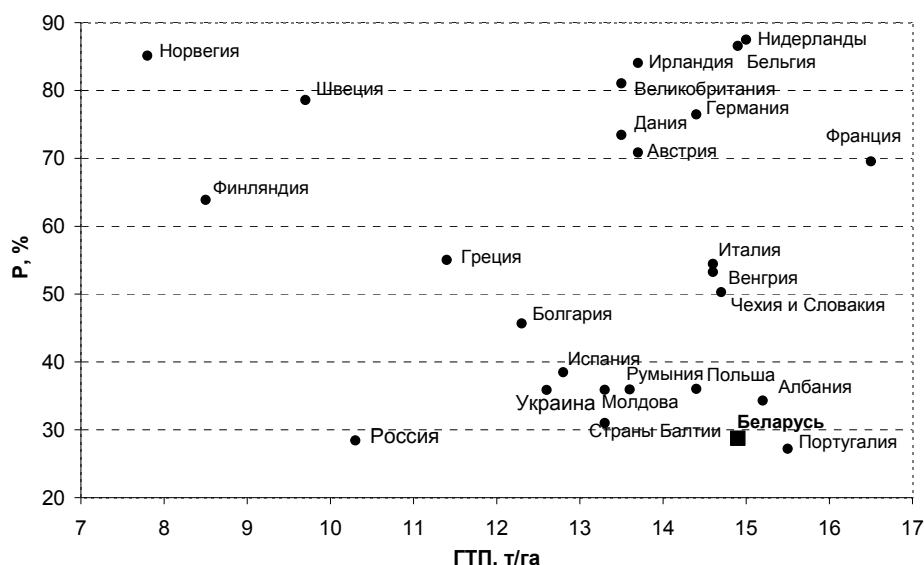


Рисунок 1. Уровень реализации гидротермического потенциала стран

Наиболее высокая эффективность обнаруживается в странах Западной и Северной Европы (до 80% и выше), а наиболее низкая – в странах Южной и Восточной Европы, включая Республику Беларусь (около 30 %) (Коляда, 2014).

Реальным ориентиром для продуктивности сельскохозяйственных культур является урожайность в госсортсети, максимальные уровни которой можно рассматривать в качестве оценок потенциальных урожаев (ПУ), а средние значения – оценок действительно возможных урожаев (ДВУ). По их величинам и урожаям в производстве (УП), рассчитывают комплексные показатели: $K=(ДВУ/ПУ)100$ – степень благоприятности климатических условий для возделывания культур и $C=УП/ДВУ \times 100$ – уровень использования агроклиматических ресурсов (Гордеев, 2006). Такая агроклиматическая оценка урожайности для территории Беларуси была выполнена по данным за 2001–2013 гг. (таблица 1).

Таблица 1. Агроклиматическая оценка урожайности сельскохозяйственных культур в Беларуси за период 2001–2013 гг.

Культура	N	ПУ, ц/га	ДВУ, ц/га	K, %	УП, ц/га	C, %
Рожь озимая, в т.ч.	27	77,6	59,6	77	22,7	38
тетраплоидная	16	75,3	57,8	77	–	–
диплоидная	11	84,2	62,8	75	–	–
Тритикале озимая	16	85,3	65,5	77	31,6	48
Пшеница озимая	13	86,0	62,7	73	31,8	51
Пшеница яровая	11	73,8	54,2	73	29,7	55
Ячмень яровой, в т.ч.	34	76,8	56,5	73	29,6	52
пивоваренный	16	77,6	56,7	73	–	–
кормовой	18	76,0	56,3	74	–	–
Овес	18	75,6	55,4	73	26,9	49
Гречиха	10	30,4	19,2	63	9,2	48
Просо	9	56,0	39,0	70	16,5	42
Кукуруза на зерно*	8	135,1	107,8	80	45,3	42
Рапс озимый на семена	7	54,0	37,9	70	14,6	38
Сахарная свекла	7	843	712	84	379	53
Картофель	21	469	336	72	173	51

*За 2006–2013 гг.

В группе зерновых культур максимальным уровнем ПУ (>135 ц/га) выделяется кукуруза. Среди колосовых культур наиболее высоким его значением (>80 ц/га), характеризуются озимые: пшеница, тритикале и диплоидная рожь. Несколько ниже ПУ у озимой тетраплоидной ржи и яровых колосовых культур, заметно уступают последним крупяные культуры. Особенно низок он у гречихи, лишь по отдельным пунктам (Шучинский, Бобруйский и Луниненцкий ГСУ, Октябрьская ГСС) превышающий 30 ц/га. Эта культура характеризуется и наименее благоприятными климатическими условиями для возделывания. Среди прочих культур высокими значениями ПУ, ДВУ и K% выделяется сахарная свекла. Минимальными коэффициентами использования агроклиматических ресурсов среди рассмотренных культур характеризуется озимая рожь и озимый рапс и только у озимой пшеницы, яровой пшеницы, ярового ячменя, сахарной свеклы и картофеля его значения превышают 50% (таблица 1).

Для оценки потенциала продуктивности значительный интерес представляет эмпирический подход к оценке максимальных уровней урожайности для 17 культур в пределах зон со сходным климатом, базирующийся на глобальных сеточных данных по климату и урожайности с разрешением в 5×5 угловых минут за 1997–2003 гг. Величина максимальной урожайности определялась как 95-ая процентиль значений урожайности в каждой климатической зоне, на основе которых затем рассчитывались их агрегированные значения по странам. Они естественно ниже модельных оценок потенциала урожайности, но зато реально достижимы при практикуемых технологиях и методах управления (Alexandratos, 2012).

Анализ оценок максимально достижимой урожайности для девяти сельскохозяйственных культур, возделываемых в Беларуси и двадцати европейских странах с умеренным климатом показал, что Беларусь заняла 12-е место по ячменю (54,4 ц/га), 14-е – по пшенице (66,2 ц/га), 15-е – по ржи (46 ц/га), 16-е (527 ц/га) – по сахарной свекле, опередив только Россию, страны Балтии и Северной

Европы. Однако эти величины составили по меньшей мере 70% от уровня ведущих стран по урожайности этих культур: Ирландии, Швейцарии, Нидерландов и Франции, соответственно. В то же время по максимальной урожайности картофеля (208 ц/га) Беларусь заняла предпоследнее, 20-е место, опередив лишь Эстонию и отстав от лидера – Нидерландов в 2,5 раза. По рапсу же она оказалась на 8-м месте (34,7 ц/га). Беларусь также вошла в число стран, возделывающих кукурузу на зерно, сою на бобы, подсолнечник на семена, что само по себе говорит о ее более высоком БКП не только в сравнении со странами Северной Европы и Балтии, но и Ирландии и Великобритании. На значительные резервы для увеличения урожайности в Беларуси указывают ее низкий достигнутый уровень в производстве ячменя и сахарной свеклы – 16-е место, ржи – 17-е, картофеля – 18-е, пшеницы – 19-е, рапса – 21-е место.

Вывод о значительных резервах увеличения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси подтверждают результаты оценки относительной адаптивности (A) пшеницы и картофеля по официальным статистическим данным об урожайности за 1990–2013 гг. для нашей страны и стран ЕС. Адаптивность рассматривается как способность культуры (сорта) положительно реагировать на изменение природных и хозяйственных условий. Она измеряется коэффициентом регрессии урожайности для страны на среднюю урожайность для группы стран. При этом значение $A > 1$ отражает высокую адаптивность (низкую стабильность) культуры, а $A < 1$ – низкую адаптивность (высокую стабильность) к изменениям в окружающей среде. Относительная адаптивность положительно коррелирует с приростами урожайности (P) и отрицательно – с его средним уровнем (Y) (таблица 2).

Таблица 2. Параметры (A , Y , P) урожайности пшеницы и картофеля для Беларуси и стран ЕС за 1990–2013 гг.

Пшеница				Картофель			
Страна	A	Y , ц/га	P , ц/га/год	Страна	A	Y , ц/га	P , ц/га/год
Эстония	2,69	24,9	0,60	Беларусь	1,93	160	4,50
Латвия	2,61	28,1	0,66	Словакия	1,80	149	2,39
Литва	2,53	32,4	0,65	Чехия	1,78	222	4,72
Беларусь	2,16	27,9	0,47	Латвия	1,58	144	2,47
Польша	1,15	37,0	0,33	Германия	1,33	384	5,67
Чехия	1,13	48,5	0,28	Литва	1,25	137	1,05
Финляндия	0,77	35,1	0,21	Польша	1,19	184	1,80
Бельгия	0,75	80,4	0,90	Австрия	1,16	290	3,66
Германия	0,67	71,9	0,48	Финляндия	1,13	232	2,62
Словакия	0,42	41,5	-0,33	Эстония	1,04	143	1,94
Ирландия	0,41	84,8	0,40	Франция	0,93	395	5,19
Дания	0,35	71,3	0,12	Дания	0,60	385	2,08
Нидерланды	0,33	83,6	0,35	Ирландия	0,52	311	2,79
Швеция	0,33	58,7	0,02	Нидерланды	0,44	431	1,46
Австрия	0,30	50,5	0,02	Великобритания	0,23	407	1,01
Франция	0,26	68,5	0,12	Швеция	0,02	314	-0,98
Великобритания	0,14	75,9	0,15	—	—	—	—

Как следует из таблицы 2, Беларусь среди представленных стран характеризуется высокими показателями адаптивности, что связано с низким уровнем средней урожайности при достаточно высоком среднем приросте. По средней урожайности пшеницы среди 17 стран Беларусь превзошла только Эстонию, в то время как по среднему абсолютному приросту уступила лишь Бельгии, Латвии, Литве, Эстонии и Германии. По урожайности картофеля среди 16 стран она опередила страны Балтии, а по абсолютному приросту уступила лишь Германии, Франции и Чехии (таблица 2).

В целом результаты оценки для пшеницы и картофеля показывают, что в ранжированном (в убывающем порядке) ряду по показателю относительной адаптивности западноевропейские страны с их интенсивным растениеводством и высоким уровнем урожайности оказались в основном в конце списка, в то время как в верхней его части расположились страны Центральной и Восточной Европы, характеризующиеся менее интенсивным растениеводством и пониженными уровнями урожайности.

Таким образом, оценки показывают, что Республика Беларусь характеризуется вполне сопоставимым с западноевропейским потенциалом продуктивности зерновых, технических и кормовых культур, однако он сегодня не в полной мере реализуется по технологическим и организационно-экономическим причинам, т.е. в стране сохраняются значительные резервы для увеличения продуктивности этих культур в производстве.

Эти выводы еще в большей степени относятся к территории Припятского Полесья, южное положение которой обеспечивает максимальные для страны тепловые ресурсы, а широкое развитие мелиорации создает предпосылки для оптимального режима увлажнения.

Данные метеостанций Пинск, Житковичи и Мозырь показывают, что Припятское Полесье характеризуется максимальными величинами годовых и летних температур, продолжительности вегетационных периодов и безморозкового периода, а также сумм температур, которые за последние десятилетия еще и заметно выросли. Пониженными значениями всех агроклиматических показателей по наблюдениям на метеостанции Полесская характеризуются освоенные торфяники (*Климатический справочник, 2009; Справочник «Агроклиматические...», 2011*).

В Припятском Полесье отмечаются территориальные различия в количестве атмосферных осадков и их динамике. В пределах Брестской области, прежде всего на метеостанции Полесская, произошло снижение и без того пониженных сумм осадков, в то время как в Гомельской области (особенно на метеостанции Житковичи) отмечался рост повышенных сумм осадков. Эти различия в динамике влагообеспеченности, причины которых сегодня не вполне ясны, нашли отражение и в показателях увлажнения: индексе сухости Будыко, коэффициенте увлажнения Чиркова и ГТК Селянинова. Однако, они не сказались на показателе B_k Шашко, который вырос до 135–139 баллов (125 баллов на метеостанции Полесская) (*Шашко, 1985*). Потепление привело к уменьшению континентальности климата, что благоприятно как для развития растений, так и проведения полевых работ. Агроклиматическая оценка урожайности сельскохозяйственных культур с использованием результатов сортоиспытания (Лунинецкий ГСУ и Мозырская ГСС) показала, что уровни ПУ и ДВУ по отдельным культурам (кукуруза на зерно, сахарная свекла, картофель) превышают средние по Беларуси.

Вместе с тем, отмечается рост урожайности зерновых и зернобобовых культур в Мозырском районе при ее стагнации в остальных районах. У большинства сельскохозяйственных культур в Лунинском и Житковичском районах фиксируется более низкая урожайность на осушенных землях по сравнению с ее уровнями на всей уборанной площади, и более высокая – в Столинском и Мозырском районах. Наблюдаются значительные размеры гибели площадей зерновых и зернобобовых культур в Наровлянском районе. Все эти факты дают основание утверждать, что низкую продуктивность сельскохозяйственных культур в регионе нельзя считать климатообусловленной.

Список использованных источников

- Гордеев, А. В. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А. В. Гордеев [и др.]. – М., 2006.
- Климатический справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.by/climat-directory/index.php?year=2009>. – Дата доступа: 25.02.2011.
- Коляда, В.В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Беларуси / В.В. Коляда // Природопользование: Сб. науч. тр. – Вып. 25. – Минск, 2014. – С.53–60.
- Коляда, В. В. Биоклиматический потенциал Беларуси в сравнении со странами СНГ и ЕС / В.В. Коляда // Природопользование: Сб. науч. тр. – Вып. 24. – Минск, 2013. – С. 17–26.
- Справочник «Агроклиматические ресурсы Республики Беларусь в условиях изменения климата» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.by/climat-directory/?page=238>. – Дата доступа: 25.02.2011.
- Шашко, Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д. И. Шашко. – М., 1985.
- Alexandratos, N. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision / N. Alexandratos, J. Bruinsma // ESA Working paper. – No. 12–03. – Rome, FAO. 2012.
- Chloupek, O. Adaptation of crops to environment / O. Chloupek, P. Hrstkova // Theor. Appl. Genet. – 2005. – 111. – P. 1316–1321.
- Closing yield gaps through nutrient and water management / N.D. Mueller [et al.] // Nature. – 2012. – Vol. 490. – P.254–25.
- Yield gap analysis with local to global relevance – A review / M. K. van Ittersum [et al.] // Field Crops Research. – 2013. – Vol.143. – P. 4–17.

* * * * *